

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



07 APR 2004
26 APR 2004
PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 12 519.1

Anmeldetag:

20. März 2003

Anmelder/Inhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der ange-
wandten Forschung eV, 80686 München/DE

Bezeichnung:

Verfahren zum Auslösen insassenunterstützter Maß-
nahmen in einem Fahrzeug

IPC:

G 08 G 1/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

[Signature]
Kahle

BEST AVAILABLE COPY

Verfahren zum Auslösen insassenunterstützter Maßnahmen
in einem Fahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auslösen insassenunterstützter Maßnahmen in einem Fahrzeug.

Mit der Erfindung, deren Hauptmerkmale im Anspruch 1 angegeben sind, wobei die Merkmale einzelner Weiterbildungen Gegenstand der Unteransprüche sind, wird ein Verfahren zum Einsatz in Fahrzeugen zur Bereitstellung einer verbesserten Fahrer-Fahrzeug-Schnittstelle durch Auswertung physiologischer Maßnahmen vorgeschlagen.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat unter anderem die Eigenschaft, dass Fahrerverhalten ganz allgemein und Fahrer-Reaktionsfehler und Reaktionsverzögerungen im speziellen detektiert und analysiert werden und damit als neuartiges Multipurposefeature für eine verbesserte Fahrzeugsicherheit einem nachfolgenden Sicherheitssystem als Eingabe zur Verfügung stehen. Das Verfahren kann in einem Fahrzeug unter anderem eingesetzt werden für

1. unfallpräventive Sicherheitsmaßnahmen wie

- a) automatische Gurtstraffung
- b) Sitzoptimierung

c) brems/lenkungsvorbereitende Optimierung der Fahrzeugreagibilität

d) Voroptimierung der Fahrzeugdynamik bei zeitkritischen Entscheidungen

e) alle prädiktiven Sicherheitsvorkehrungen.

2. Fahrerbasierte Verifikation maschinell erkannter Gefahrensituationen, wie z.B.

- a) Detektion eines kongruenten motorischen Intentionsaufbaus
- b) Situationsmodellierung und Validierung.

3. Kontinuierliches Vigilanzmonitoring.

5

Der Erfindung und ihre Grundlagen sowie Grundzüge werden nachfolgend eingehender beschrieben.

15

Mit der Erfindung wird eine grundsätzlich neue Qualität von Mensch-Maschine-Schnittstellen durch die Kombination hirnelektrischer Erkenntnisse und algorithmischer Weiterentwicklungen in der Informationstechnik ermöglicht, indem das Konzept einer direkten Umsetzung von Hirnsignalen in maschinenbezogene Steuerbefehle in einem Brain-Computer Interface (BCI) als Echtzeit-Implementation realisiert wird. Als nicht-invasive und prinzipiell alltagstaugliche Messmethode wird dabei z.B. das Multi-Kanal-EEG mit einer Zeitauflösung im Millisekundenbereich verwendet. Der methodische Ansatz beruht auf robusten Algorithmen des maschinellen Lernens und der Signalverarbeitung zur Extraktion, Identifikation und Klassifikation von EEG-Hirnsignalen, die Intentionen natürlicher Bewegungen in psychophysiologisch wohldefinierten Interaktionssituationen zwischen Mensch und Umwelt abbilden. Ein weiteres charakteristisches Merkmal des hier verwendeten BCI liegt in der Ausrichtung auf eine für den Nutzer optimierte Trainingssituation, bei der im Gegensatz zu anderen BCI-Verfahren nicht mehrere Trainingssessions des Nutzers erforderlich sind, sondern lediglich eine einzige ca. zwanzigminütige Trainingsphase als Ausgangsmaterial für den Lernalgorithmus benötigt wird (siehe Blankertz, B., Curio, G., Müller, K.-R. (2003), Classifying Single Trial EEG: Towards Brain Computer Interfacing, Advances in Neural Information Processing Systems 14, eds. T.G. Dietterich, S. Becker and Z. Ghahramani, MIT Press: Cambridge, MA, 157-164; Dornhege, G., Blankertz, B., Curio, G., Müller, K.-R., Combining features for BCI, Advances in Neural Information Processing Systems 15, eds. S. Becker, S. Thrun and K. Obermayer, MIT Press: Cambridge, MA. (2003)).

20

25

30

Für ein BCI liegen international bislang schon wohldefinierte Anwendungsperspektiven im klinischen Einsatz für gelähmte Patienten vor, insbesondere z.B. bei kompletten Querschnittslähmungen. Mit der Erfindung wird erstmals die Möglichkeit aufgezeichnet, bei zeitkritischen Echtzeit-Applikationen, wie sie typischerweise z.B. bei Fahrer-Fahrzeug-Schnittstellen gegeben sind, neuartige Verfahrensansätze zu realisieren:

1. In der psychophysiologischen Forschung zur Aufklärung und Anwendung von Fahrer-Reaktionsfehlern und -Reaktionsverzögerungen können nun erstmals, sowohl in virtuellen Fahrsimulationen wie auch in realen Fahrsituationen, die motorischen Reaktionsintentionen des Fahrers mit hoher Zeitauflösung im Millisekundenbereich als *ungemittelte Einzelereignisse* erfasst und auf diese Weise *in Abhängigkeit vom aktuell variierenden perzeptuellen Kontext* (multimodale Umgebungsinformationen sowie Instrumentensignale) analysiert werden.
2. Im Einsatz als Fahrerassistenzsystem können Konzepte der "Integrierten Sicherheit" um neuartige Komponenten für eine kontinuierlich ('on-the-fly') fortlaufende Fahrer-Modellierung erweitert werden:
 - a) Die als Einzelereignis identifizierbaren EEG-Korrelate von Intentionsbildung und spezifischen Bewegungsvorbereitungen können aufgrund der BCI-Echtzeitfähigkeit als *neuartige Eingangsgröße* dienen für *Konzepte der unfallpräventiven Sicherheit*, bei Automobilen beispielsweise motorische Gurtstraffung, Sitzoptimierung oder Brems-/Lenkungs-vorbereitende Optimierung der Fahrzeugreagibilität.
 - b) Darüber hinaus kann eine *schnellstmögliche Fahrer-basierte 'Verifikation' maschineller (z.B. visueller) Gefahrenerkennung* durch Detektion eines kongruenten motorischen Intentionsaufbaus des Fahrers erfolgen und eine dementsprechend validierte Situationsmodellierung ermöglichen.
 - c) Insbesondere können *zeitkritische Entscheidungsalternativen*, wie z.B. eine situativ zwingende Auswahl zwischen Notfallbremsung und

gerichtetem Ausweichmanöver, die rechtlich dem Fahrer vorzubehalten sind, schon Zehntelsekunden vor der eigentlichen Reaktionsbewegung des Fahrers prognostiziert werden, indem die entsprechenden motorischen Intentionen aus dem EEG-Signal des Fahrers extrahiert und für Zwecke einer Voroptimierung der Fahrzeugdynamik genutzt werden.

Als additiver Vorteil dieses EEG-basierte BCI-Ansatzes ist das weitergreifende *multi-purpose feature* zu nennen, dass aus den EEG-Daten neben den hier definierten neuartigen Applikationen schon früher etablierte Konzepte zum kontinuierlichen Fahrer-Vigilanzmonitoring nahtlos integriert werden können.

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Auslösen insassenunterstützter Maßnahmen in einem Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, bei dem
 - physiologische Signale mindestens eines Fahrzeuginsassen, insbesondere des Fahrers, messtechnisch erfasst werden,
 - anhand der physiologischen Signale die Intention des Fahrzeuginsassen durch Echtzeitverarbeitung abgeschätzt bzw. ermittelt wird und
 - basierend auf der Intention des Fahrzeuginsassen Maßnahmen zum Überführen des augenblicklichen Zustandes des Fahrzeuges in einen der Intention des Fahrzeuginsassen angepassten Zustand des Fahrzeuges im voraus ausgelöst werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die physiologischen Signale nichtinvasiv ermittelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den physiologischen Signalen um Hirnsignale wie EEG, MEG, NIRS, fMRI und/oder um EMG und/oder um Biomessgrößen wie z.B. die Hautleitfähigkeit handelt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Echtzeitverarbeitung der Messsignale durch Methoden der Signalverarbeitung und/oder des maschinellen Lernens erfolgt, die es ermöglichen, die Messsignale als Einzelsignale und ohne langwieriges Training des Fahrzeuginsassen auszuwerten.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Methoden der Signalverarbeitung zur adaptiven Merkmalsextraktion aus den Messsignalen alternativ oder in einer beliebigen Kombination mindestens eines der nachfolgenden Merkmale aufweist:
 - a) Filterung (räumlich und im Frequenzbereich) und Downsampling,

- b) Zerlegung bzw. Projektion,
 - c) Bestimmung von räumlichen, zeitlichen oder raum-zeitlichen Komplexitätsmaßen,
 - d) Bestimmung von Kohärenzmaßen (bezogen auf Phase oder Band-Energie) zwischen Eingangssignalen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterung alternativ oder in einer beliebigen Kombination mindestens eines der nachfolgenden Merkmale aufweist:
- a) Wavelet und Fourierfilter (short-time),
 - b) FIR und IIR Filter,
 - c) Laplace und Common Average Reference Filter,
 - d) Glättungsverfahren.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zerlegung bzw. Projektion alternativ oder in einer beliebigen Kombination mindestens eines der nachfolgenden Merkmale aufweist:
- a) Independent Component Analyse und Hauptkomponentenanalyse,
 - b) Projection Pursuit Technik,
 - c) Sparse Decomposition Techniken,
 - d) Common Spatial Patterns Techniken,
 - e) (Bayessche) sub-space regularization Techniken.
8. Verfahren nach Anspruch 4 oder einem der vorhergehenden Ansprüche, soweit auf Anspruch 4 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, dass die Methode des maschinellen Lernens eine Klassifikation und/oder Regression umfasst, und zwar unter Einsatz von
- a) kernbasierten linearen und nichtlinearen Lernmaschinen (z.B. Support Vector Maschinen, Kern Fisher, Linear Programming Machines),
 - b) Diskriminanzanalysen,
 - c) neuronalen Netzen,
 - d) Entscheidungsbäumen,

- e) allgemein allen linearen und nicht linearen Klassifikationsmethoden auf die durch Signalvorverarbeitung gewonnenen Merkmale.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den auslösenden Maßnahmen um unfallpräventive Sicherheitsmaßnahmen wie beispielsweise
- a) automatische Gurtstraffung,
 - b) Sitzoptimierung,
 - c) brems/lenkungsvorbereitende Optimierung der Fahrzeugreagibilität,
 - d) Stabilitätsvorberechnungen,
 - e) Voroptimierung der Fahrzeugdynamik bei zeitkritischen Entscheidungen,
 - f) alle prädiktiven Sicherheitsvorkehrungen
- handelt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die anhand der physiologischen Signale ermittelte bzw. abgeschätzte Intention der Verifikation maschinell erkannter Gefahrensituationen dient, und zwar insbesondere durch Detektion eines kongruenten motorischen Intentionsaufbaus und Situationsmodellierung und Validierung.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch den Einsatz und die Integration in ein kontinuierliches Vigilanzmonitoring.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die auszulösenden Maßnahmen anhand einer Mittlung der Intentionen mehrerer Fahrzeuginsassen ergriffen werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Verfahren zum Auslösen insassenunterstützter Maßnahmen in einem Fahrzeug

Bei dem Verfahren zum Auslösen insassenunterstützter Maßnahmen in einem Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, werden physiologische Signale mindestens eines Fahrzeuginsassen, insbesondere des Fahrers, messtechnisch erfasst. Anhand der physiologischen Signale wird die Intention des Fahrzeuginsassen durch Echtzeitverarbeitung abgeschätzt bzw. ermittelt. Basierend auf der Intention des Fahrzeuginsassen werden Maßnahmen zum Überführen des augenblicklichen Zustandes des Fahrzeuges in einen der Intention des Fahrzeuginsassen angepassten Zustand des Fahrzeugs im voraus ausgelöst.

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**